





Protection contre les explosions selon ATEX

Notions de base et définitions



Table des matières

1 Introduction et but

Dans de nombreux secteurs économiques et industriels, on est confronté à des substances combustibles sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières. Parmi les principaux secteurs, on peut citer la chimie, la pétrochimie, l'exploitation de pétrole et de gaz, l'exploitation des mines, l'industrie alimentaire et le domaine des eaux usées. Ces substances combustibles, mélangées avec de l'oxygène, peuvent former une atmosphère explosive. En cas d'inflammation de celle-ci surviennent des explosions, qui peuvent entraîner des dommages corporels et matériels graves.

Pour qu'une explosion se produise, trois éléments sont requis : un gaz ou une poussière combustibles, de l'oxygène et une source d'inflammation. Une protection primaire contre les explosions peut, par exemple, être obtenue par l'inertage de l'atmosphère gazeuse. En revanche, la protection secondaire contre les explosions a pour objectif d'éviter les sources d'inflammation. Pour les fabricants d'appareils et de systèmes de protection, cela signifie qu'ils doivent développer et construire leurs appareils et installations, de telle manière que ceux-ci – y compris en cas d'éventuels défauts – ne puissent engendrer une source d'inflammation. Concernant la protection tertiaire (liée à la construction) contre les explosions, les effets d'une explosion sont limités à un niveau sans danger.

Pour éviter les risques d'explosion, la protection contre celle-ci est, dans la plupart des pays industriels, réglementée par la loi. Au sein de l'Union Européenne, la protection contre les explosions est normalisée par les directives ATEX 94/9/CE (ATEX 95) et 1999/92/CE (ATEX 137).

Avec l'introduction de la directive ATEX 94/9/CE, le respect de l'ensemble des normes pertinentes pour l'implantation et l'exploitation de matériels protégés contre les explosions doit être documenté pour le matériel respectif. Le domaine de validité de cette directive s'étend aux zones à atmosphères explosives dues à la présence de gaz, de poussières et dans l'exploitation des mines (installation souterraine et en surface). La protection contre les explosions de matériels non électriques est ici traitée pour la première fois.

Les prescriptions minimales en matière de protection du travail en zones explosives sont définies dans la deuxième directive ATEX 1999/92/CE.



Cette brochure donne une introduction et un aperçu en matière de protection contre les explosions et se concentre sur les exigences imposées aux appareils et aux systèmes de protection mis en œuvre dans des zones explosives. Il convient de noter que les spécifications légales et normatives sont soumises à des modifications et adaptations permanentes, relatives aux nouveaux développements techniques. Par conséquent, les informations contenues dans cette brochure correspondent à la validité au moment de la création du présent document.

2 Définition des termes

L'**explosion** est une réaction soudaine d'oxydation ou de destruction, s'accompagnant d'une augmentation de la température, de la pression ou des deux simultanément (selon EN 1127-1).

Une **substance combustible** est une substance sous forme de gaz, vapeur, brouillard, solide ou des mélanges de ces derniers qui, en cas d'inflammation, peut donner lieu à une réaction exothermique avec l'air (selon EN 1127-1).

Exemples de substances combustibles :
Gaz : hydrogène, méthane, butane, propane, gaz naturel…
Liquides : essence, éther, benzène, toluène, méthanol…
Vapeurs : liquides dégageant des gaz (par ex. solvants)
Matières solides : poussières (par ex. charbon, farine, aluminium)

Une **atmosphère explosive** est une atmosphère contenant des mélanges explosifs de gaz, de vapeurs, de brouillards ou de poussières et d'air, pouvant contenir d'autres constituants (par ex. de l'humidité) sous des conditions atmosphériques. Par conditions atmosphériques, il faut entendre des pressions totales de 0,8 bar à 1,1 bar et des températures de mélange de –20 °C à +60 °C.

Un **mélange explosif** (terme générique) est un mélange composé de gaz ou de vapeurs ou de brouillard ou de poussières, dans lequel une inflammation déclenche automatiquement une réaction.

Une **atmosphère explosive dangereuse** est une atmosphère explosive en quantité dangereuse. Un mélange est considéré comme dangereux lorsque son inflammation peut entraîner des dommages corporels suite aux effets directs ou indirects d'une explosion.

Quantité dangereuse : en principe, rien qu'une atmosphère explosive de 10 litres, en tant que quantité ininterrompue, doit être considérée comme dangereuse au sein de locaux fermés, indépendamment de la taille des locaux.

Dans les locaux inférieurs à 100 m³, une atmosphère explosive de 1/10 000 du volume du local est considérée comme dangereuse.

Concernant la poussière, la concentration dans la plage inflammable se situe entre env. 40 g/m³ et 4 kg/m³ avec une taille de particules < 400 µm.

Une **zone explosive** est une zone soumise au danger d'explosion, autrement dit, autrement dit une zone où des conditions locales d'utilisation peuvent engendrer une atmosphère explosive. Cette zone impose des mesures de protection contre l'explosion.

L'**énergie minimale d'inflammation** est la plus petite énergie électrique accumulée dans un condensateur, déterminée dans des conditions d'essai prescrites qui, en cas de décharge, suffit pour enflammer le mélange le plus facilement inflammable d'une atmosphère explosive (selon EN 1127-1).

La **température minimale d'inflammation d'atmosphères explosives** est la température d'inflammation d'un gaz ou de la vapeur d'un liquide combustible, ou la température minimale d'inflammation d'un nuage de poussières, respectivement dans les conditions d'essai prescrites (selon EN 1127-1).

La **température d'inflammation** (d'un gaz combustible ou d'un liquide combustible) est, dans les conditions d'essai prescrites, la température la plus basse déterminée sur une surface chaude, à laquelle l'inflammation d'une substance combustible survient sous la forme d'un mélange gaz/air ou vapeur/air (selon EN 1127-1).

Par **appareils**, on entend les machines, les matériels, les dispositifs fixes ou mobiles, les éléments de commande et d'équipement ainsi que les systèmes d'avertissement et de prévention qui, seuls ou combinés, sont destinés à la production, au transport, au stockage, à la mesure, à la régulation, à la conversion d'énergie et à la transformation de matériau, qui présentent des sources d'inflammation propres et qui, par conséquent, risquent de provoquer le déclenchement d'une explosion.

Sont considérés comme **systèmes de protection** tous les dispositifs qui sont censés stopper immédiatement les explosions naissantes et/ou limiter une zone affectée par une explosion et qui sont mis séparément sur le marché comme systèmes à fonction autonome.

Sont appelés **composants** les éléments ou organes, qui sont essentiels au fonctionnement sûr d'appareils et de systèmes de protection, mais qui n'ont pas de fonction autonome.

3 Comment naissent les explosions ? – Le triangle de l'explosion

Un incendie est une combustion involontaire, qui se propage de façon autonome et incontrôlée, et peut occasionner des dommages. Les substances combustibles sont des substances gazeuses, liquides ou solides, y compris les vapeurs, brouillards et poussières, qui peuvent s'enflammer lorsqu'elles se mélangent ou entrent en contact avec de l'air ou de l'oxygène.

Les **explosions** se produisent lorsque des gaz sont mélangés avec de l'air selon un rapport de mélange adéquat et lorsqu'ils contiennent une énergie d'inflammation suffisante. En outre, il peut se produire des explosions de liquides ou de solides, lorsque ceux-ci sont finement dispersés, si les rapports de mélange sont adéquats et si les énergies d'inflammation sont suffisantes.

L'évaluation de la présence d'un danger d'explosion, c.-à-d. l'élucidation de la question de la présence d'une **atmosphère explosive dangereuse**, doit se rapporter au cas individuel. Les dangers d'explosion peuvent naître en cas de manipulation de substances combustibles ou oxydables. Lorsque ces substances sont présentes de manière finement dispersée en tant que gaz, vapeurs, brouillards (gouttelettes de liquide ou aérosols) ou poussières (particules de matière solide ou aérosols) en concentration suffisante, il y a présence d'une atmosphère explosive dangereuse.

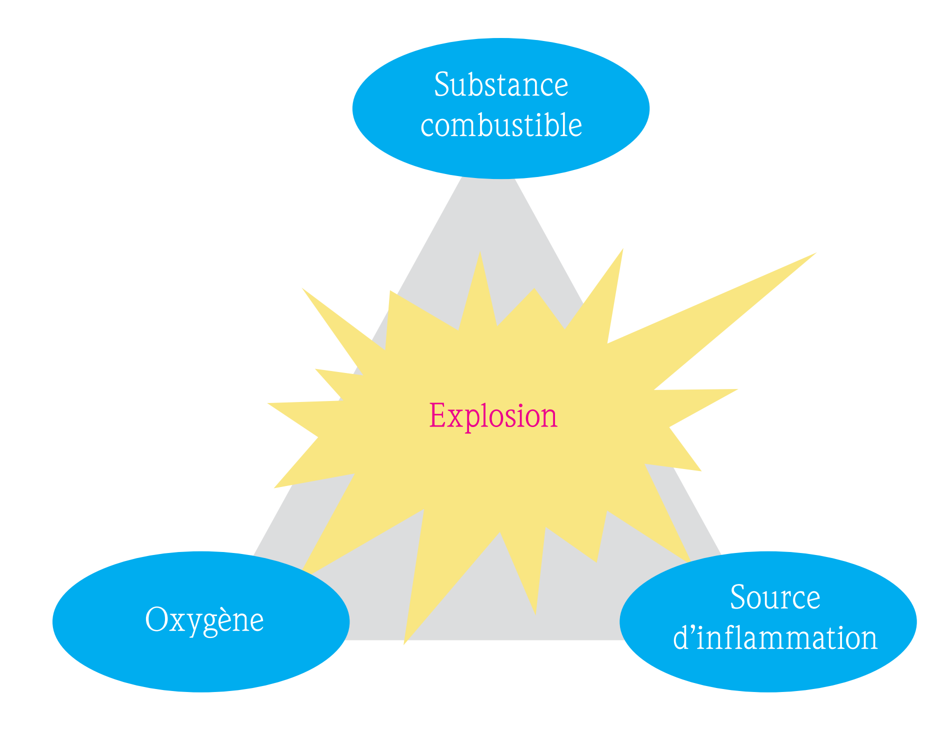
Le degré de dispersion de brouillards ou de poussières peut être suffisant pour la création d'une explosion lorsque la taille des gouttelettes ou des particules est de l'ordre de 1 mm. De nombreux brouillards, aérosols et poussières se produisant dans la pratique présentent des tailles de particules comprises entre 0,1 et 0,001 mm. Dans le cas de substances dans un état gazeux ou de vapeur, un degré de dispersion suffisant est présent naturellement.

Pour qu'une explosion se déclenche, une source d'inflammation active doit être présente. Une explosion s'accompagne de flammes, de températures élevées et souvent également de pressions ou de vitesses d'augmentation de pression élevées. Les conséquences d'une telle explosion peuvent être des blessures corporelles, des destructions de bâtiments ou d'éléments d'installation, ainsi que l'inflammation d'autres substances combustibles (incendies consécutifs).

Des explosions avec des conséquences graves peuvent survenir lorsque les conditions suivantes sont réunies en même temps et au même endroit (voir la figure) :

- Substance combustible (concentration dans l'air à l'intérieur des limites d'explosivité et dispersion suffisamment fine (degré de dispersion))
- Oxygène de concentration suffisamment élevée
- Source d'inflammation active d'une énergie suffisante

S'il manque au moins l'un de ces facteurs, aucune explosion ne peut survenir.



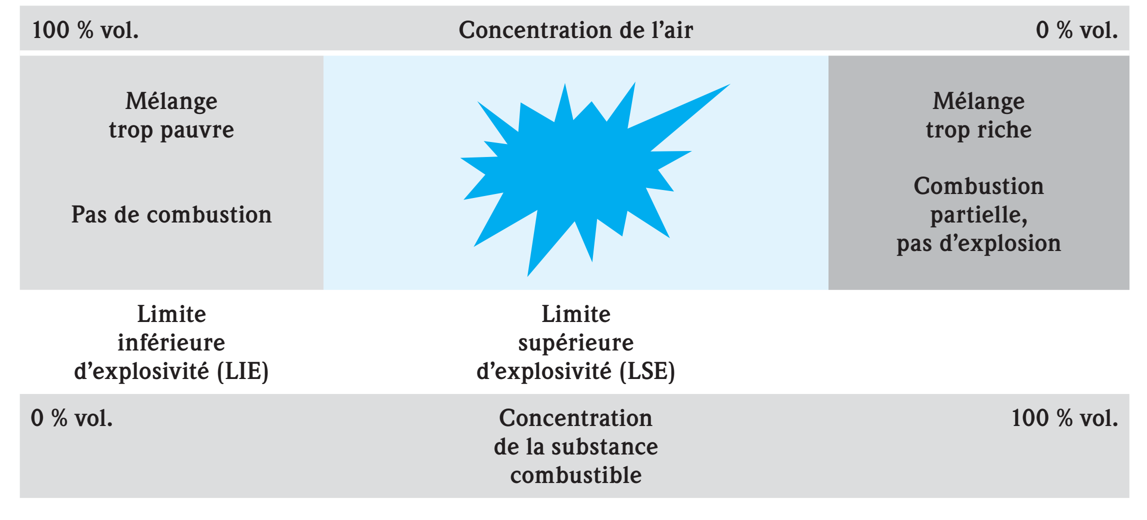
Le triangle de l'explosion

4 Domaine d’explosivité et limites d’explosivité

Lorsque la concentration d’une substance combustible suffisamment dispersée dans l’air dépasse une valeur minimale (limite inférieure d’explosivité), une explosion est possible. La quantité d’oxygène présente dans l’air ne peut oxyder, et donc brûler qu’une quantité définie d’une substance inflammable. Théoriquement, ce rapport de mélange peut être déterminé, il est appelé mélange stœchiométrique. Dans la zone de cet équilibre, entre la quantité de substance combustible et l’oxygène atmosphérique présent, les effets de l’explosion – l’augmentation de température et de pression – sont les plus fortes. Si la part de substance combustible est trop faible, la combustion ne peut se propager que difficilement, ou elle cesse. Les conditions sont analogues lorsque la part de substance combustible est trop importante pour l’oxygène présent dans l’air.

Les substances combustibles ont un domaine d’explosivité se rapportant à la substance. Le domaine d’explosivité est marqué par la limite inférieure d’explosivité (LIE) et la limite supérieure d’explosivité (LSE). Cela signifie que les explosions sont exclues au-dessous et au-dessus de ces limites. Cette caractéristique est exploitée en diluant suffisamment les substances combustibles avec de l’air, ou également en empêchant l’air / l’oxygène d'accéder aux éléments de l’installation. Exclure l’air et l’oxygène au sein d’un environnement, dans lequel travaillent régulièrement des hommes, est quasiment impossible et c’est pourquoi cette forme de protection contre les explosions est très limitée.

Les limites d’explosivité varient, entre autres, selon les conditions atmosphériques. La plage de concentration entre les limites d’explosivité s’étend, par exemple, en principe avec l’augmentation de la pression ou de la température du mélange. Les limites supérieures d’explosivité sont nettement plus élevées pour les mélanges avec de oxygène que pour les mélanges avec de l’air. Certaines substances chimiquement instables, dans des conditions données, n’ont pas de limite supérieure d’explosivité, par ex. l’acétylène et l’oxyde d’éthylène. De telles substances peuvent subir des réactions exothermiques par l’inflammation, même en l’absence d’air ou d’oxygène. Une atmosphère explosive ne peut se constituer au-dessus d'un liquide inflammable que si la température de la surface du liquide dépasse une valeur minimale.



Domaine d’explosivité et limites d’explosivité

5 Sources d'inflammation



L'inflammation d'une atmosphère explosive peut survenir par différentes sources d'inflammation (cf. EN 1127-1) :

- Surfaces chaudes (conducteurs électriques dans les bobinages de moteurs, conducteurs chauffants, paliers, passages d'arbre)
- Flammes et gaz chauds, particules chaudes incluses (par ex. soudage, découpage)
- Etincelles générées mécaniquement (processus d'abrasion, de percussion et de frottement)
- Installations électriques (étincelles et arcs électriques, ouverture et fermeture de circuits électriques, déchargement d'éléments d'installation chargés, court-circuit)
- Courants de compensation électriques, protection cathodique contre la corrosion
- Electricité statique : décharges électrostatiques comme conséquence de processus de séparation, auxquels prend part au moins une substance chargeable (par ex. pièces plastiques / métalliques isolées)
- Foudre (décharges atmosphériques)
- Ondes électromagnétiques dans la gamme des fréquences de 10^4 Hz à 3×10^{12} Hz (haute fréquence)
- Ondes électromagnétiques dans la gamme des fréquences de 3×10^{11} Hz à 3×10^{15} Hz
- Rayonnement ionisant
- Ultrasons
- Compression adiabatique et ondes de choc
- Réactions exothermiques, y compris l'auto-inflammation de poussières

L'effet des sources d'inflammation est souvent sous-estimé, voire n'est pas connu.
Leur action, c'est-à-dire la faculté à enflammer une atmosphère explosive, dépend entre autres de l'énergie de la source d'inflammation et des caractéristiques de l'atmosphère explosive.
Dans des conditions autres que les conditions atmosphériques, les caractéristiques déterminantes pour l'inflammation des mélanges explosifs varient ; ainsi, par exemple, l'énergie minimale d'inflammation de mélanges diminue d'un facteur de dix avec l'augmentation de la teneur en oxygène.

6 Directives CE relatives à la protection contre les explosions et leurs transpositions nationales

Au sein de l'Union Européenne, tous les aspects de la protection contre les explosions sont réglementés par les directives ATEX (**ATEX** = **AT**mosphères **EX**plosives). ATEX n'est pas la dénomination utilisée pour une directive, il s'agit d'un terme générique correspondant aux deux directives sur la protection contre les explosions 94/9/CE (ATEX 95) et 1999/92/CE (ATEX 137). Il s'opère ici une distinction fondamentale entre la nature du produit (fabrication, mise en circulation) et son exploitation (protection du travail).

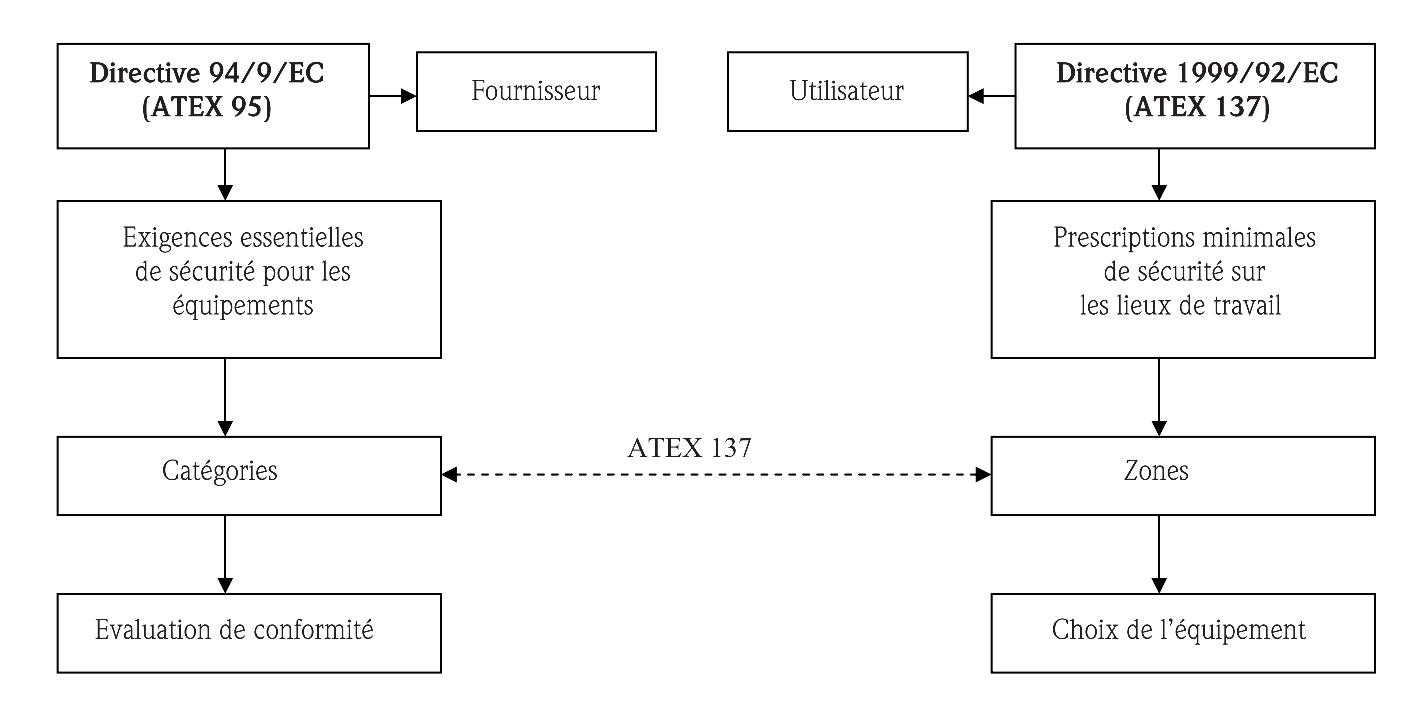
La **directive européenne 94/9/CE** concerne les appareils, composants et systèmes de protection destinés à l'utilisation en zones explosives. Elle sert avant tout à la libre circulation des marchandises et doit être appliquée sans changements dans les différents pays de l'Union Européenne. Depuis le 01.07.2003, seuls peuvent être mis en circulation les appareils répondant à cette directive.

Elle s'applique également aux dispositifs de sécurité, de contrôle et de régulation hors zone dangereuse, lorsque ceux-ci sont nécessaires, concernant les risques d'explosion, pour le fonctionnement sûr d'appareils se trouvant en zone dangereuse. La directive ne se réfère à aucune norme définie, elle définit des exigences fondamentales de sécurité, qui s'appliquent en tant qu'exigences de qualité à caractère obligatoire. En outre, la protection contre d'autres dangers (par ex. choc électrique), qui émanent de ces appareils, doit également être prise en compte.

Dans la directive, on fait la distinction entre le groupe d'appareils I destinés à être utilisés dans l'exploitation des mines avec les catégories M1 et M2, et le groupe d'appareils II destinés à être utilisés dans tous les autres domaines avec les catégories 1, 2 et 3.

La **directive européenne 1999/92/CE** s'adresse aux employeurs et exploitants d'installations en zones explosives. Elle définit les prescriptions minimales en vue de l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité d'employés qui peuvent être mis en danger par des atmosphères explosives. La transposition nationale de cette directive est réalisée, selon l'état membre, de façon inchangée ou, en partie, avec de nets renforcements.

Relation entre la Directive 94/9/CE (ATEX 95) et la Directive 1999/92/CE (ATEX 137)



7 Comment fonctionne la protection contre les explosions ?

La **protection contre les explosions** inclut toutes les mesures en vue d'une protection contre les risques d'explosion. Le principe de la protection intégrée contre les explosions selon la directive ATEX 94/9/CE (ATEX 95) exige que les mesures de protection contre les explosions doivent être prises dans un certain ordre, tel qu'indiqué ci-dessous.

1. Éviter la formation d'une atmosphère explosive dangereuse (protection primaire contre les explosions)
Par protection primaire contre les explosions, on entend toutes les mesures empêchant la création d'une atmosphère explosive dangereuse.

Ceci peut par exemple être réalisé par :
- l'évitement de substances combustibles (technologies de remplacement)
- l'inertage (ajout d'azote, de dioxyde de carbone, etc.)
- la limitation de la concentration
- la ventilation naturelle ou forcée

2. Éviter l'inflammation d'une atmosphère explosive dangereuse (protection secondaire contre les explosions)
Lorsque des risques d'explosion ne peuvent pas être exclus, partiellement ou intégralement, au moyen de mesures de protection primaire contre les explosions, il convient de prendre des mesures empêchant une inflammation de l'atmosphère explosive. A cette fin, les atmosphères explosives sont réparties en zones selon la probabilité d'apparition d'une atmosphère explosive dangereuse. Pour les zones ainsi définies sont imposées des exigences aux composants, qui y sont admissibles, et la manière dont le respect de ces exigences minimales doit être documenté est définie.

Quelques mesures possibles :
- Éviter les sources d'inflammation
- Répartir en zones les atmosphères explosives, selon la probabilité d'apparition d'une atmosphère explosive
- Mettre en œuvre des composants protégés contre les explosions

3. Limiter les conséquences d'une explosion à un niveau sans danger (protection tertiaire (liée à la construction) contre les explosions)
Si, pour des raisons technologiques, il n'est pas possible d'exclure de façon suffisamment sûre l'apparition d'une atmosphère explosive dangereuse, tout comme l'entrée en action d'une source d'inflammation, il convient d'appliquer la protection tertiaire (liée à la construction) contre les explosions. La protection tertiaire contre les explosions limite les conséquences d'une explosion à un niveau sans danger.

Quelques mesures possibles :
- Construction antidéflagrante
- Suppression de l'explosion
- Décharge de l'explosion
- Isolement et interruption de l'explosion

8 Groupe d'appareils

Ce serait antiéconomique, et parfois d'ailleurs irréalisable, de concevoir tous les matériels électriques protégés contre les explosions systématiquement d'après les exigences maximales, indépendamment de l'application respective. C'est pourquoi on utilise une répartition des matériels en groupes, en fonction des caractéristiques de l'atmosphère explosive, pour laquelle ils sont destinés.

Il est fait la distinction entre deux groupes de matériels :

Groupe d'appareils	Matériel
I	Matériels électriques pour les mines grisouteuses
II	Matériels électriques pour toutes les autres zones explosives

Le **groupe d'appareils I** est celui des appareils destinés aux travaux souterrains des mines et aux parties de leurs installations de surface, susceptibles d'être mis en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles (selon la directive ATEX 94/9/CE).

Le **groupe d'appareils II** est celui des appareils destinés à être utilisés dans d'autres lieux susceptibles d'être mis en danger par des atmosphères explosives. Le groupe d'appareils II est scindé en trois catégories, selon l'apparition d'une atmosphère explosive dangereuse dans le domaine d'utilisation prévu. Atmosphère explosive potentielle : mélanges d'air et de gaz, brouillards ou vapeurs combustibles, ou nuage de poussières combustibles contenues dans l'air.

Concernant les matériels électriques du groupe I (exploitation des mines), on part du principe que seul du méthane apparaît comme gaz combustible, associé toutefois à de la poussière de charbon. Si, dans ces zones, d'autres substances combustibles peuvent également apparaître, il convient d'appliquer la répartition supplémentaire, telle qu'elle est réalisée dans le groupe II. Pour les matériels électriques du groupe II, il s'opère une répartition supplémentaire en groupes d'explosion et en classes de température.

9 Catégories d'appareils

Les catégories d'appareils décrivent l'étendue de protection et le domaine d'utilisation des appareils (selon la directive ATEX 94/9/CE).

Les appareils, qui présentent une source d'inflammation potentielle et qui, par conséquent, sont susceptibles de déclencher une explosion, doivent faire l'objet d'une évaluation du risque d'inflammation. Sur cette base, il convient de prévoir des mesures conformes aux exigences fondamentales de sécurité, afin d'exclure un risque d'inflammation par ces appareils.

Les appareils du groupe I sont scindés en deux catégories, les appareils du groupe II en trois catégories, avec à chaque fois un niveau de sécurité différent. Les mesures de protection nécessaires dépendent du niveau de sécurité nécessaire.

Le **groupe d'appareils I** est scindé en deux catégories M1 et M2.

Catégorie d'appareils M1
Les appareils de cette catégorie sont destinés à être utilisés au sein d'exploitations minières, ainsi que dans les parties de leurs installations de surface, susceptibles d'être mises en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles. Même en cas de rares dysfonctionnements des appareils, le fonctionnement des appareils de cette catégorie doit être maintenu au sein d'une atmosphère explosive existante, et ces appareils font de ce fait l'objet de mesures de protection contre les explosions, de telle sorte

- qu'en cas d'échec d'une mesure de protection des appareils, la sécurité requise soit garantie par au moins une deuxième mesure de protection des appareils indépendante, ou
- qu'en cas d'apparition de deux défauts indépendants, la sécurité requise soit encore garantie.

Catégorie d'appareils M2
Les appareils de cette catégorie sont destinés à être utilisés au sein d'exploitations minières, ainsi que dans les parties de leurs installations de surface, susceptibles d'être mises en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles.

En cas d'apparition d'une atmosphère explosive, les appareils doivent pouvoir être mis hors tension.

Les mesures de protection contre les explosions relatives aux appareils, au sein de cette catégorie, garantissent le niveau de sécurité requis en fonctionnement normal, y compris dans des conditions de fonctionnement difficiles et notamment en cas de conditions hostiles et d'influences environnementales changeantes.

Catégories du groupe d'appareils I : installations souterraines et de surface pour l'exploitation des mines, susceptibles d'être mises en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles

Groupe d'appareils	Catégorie	Danger d'explosion	Niveau de sécurité à garantir
I	M1	Zones présentant un risque de grisou permanent ou pendant une longue durée (poussières incluses).	Niveau de sécurité très élevé. Également sûr en cas d'apparition de deux défauts indépendants. Deux mesures de protection redondantes. Le maintien du fonctionnement doit être garanti.
I	M2	Zones susceptibles d'être mises en danger par le grisou (poussières incluses).	Niveau de sécurité élevé. La mise sous tension des appareils en cas d'apparition d'une atmosphère explosive doit être possible.

Le **groupe d’appareils II** est scindé en trois catégories 1, 2 et 3.

Catégorie d’appareils 1
Les appareils sont destinés à être utilisés dans les zones au sein desquelles une atmosphère explosive est présente **en permanence, pendant une longue durée ou fréquemment**. Même en cas de rares dysfonctionnements des appareils, ces derniers doivent garantir le niveau de sécurité requis et ces appareils font l’objet de mesures de protection contre les explosions, de telle sorte
- qu’en cas d’échec d’une mesure de protection des appareils, la sécurité requise soit garantie par au moins une deuxième mesure de protection des appareils indépendante, ou
- qu’en cas d’apparition de deux défauts indépendants, la sécurité requise soit garantie.

Catégorie d’appareils 2
Les appareils sont destinés à être utilisés dans les zones au sein desquelles une atmosphère explosive apparaît **occasionnellement**. Même en cas de dysfonctionnements ou de défauts fréquents des appareils, les mesures de protection contre les explosions relatives aux appareils garantissent le niveau requis de sécurité.

Catégorie d’appareils 3
Les appareils sont destinés à être utilisés dans des zones au sein desquelles il ne faut **pas** s’attendre à ce qu’apparaisse une atmosphère explosive due à la présence de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières soulevées en tourbillons. Mais si elle apparaît malgré tout, ce sera **seulement rarement ou pendant de courtes durées**. En fonctionnement normal, les appareils garantissent le niveau de sécurité requis.

Catégories du groupe d’appareils II : autres zones explosives

Groupe d’appareils	Catégorie	Danger d’explosion	Niveau de sécurité à garantir
II	1 G	Gaz, vapeurs ou brouillards combustibles	Niveau de sécurité très élevé. Également sûr en cas d’apparition de deux défauts indépendants.
II	1 D	Poussières combustibles	
II	2 G	Gaz, vapeurs ou brouillards combustibles	Niveau de sécurité élevé. Également sûr en cas d’apparition d’un défaut.
II	2 D	Poussières combustibles	
II	3 G	Gaz, vapeurs ou brouillards combustibles	Niveau de sécurité normal. Sûr en fonctionnement normal.
II	3 D	Poussières combustibles	

Concernant les indications de catégories d’appareils, des combinaisons sont également possibles. Par exemple, l’indication II 1/2 G signifie qu’une partie d’un appareil (par ex. élément capteur) satisfait aux exigences de la catégorie 1, une autre partie (par ex. le boîtier du capteur avec l’électronique) répond aux exigences de la catégorie 2. Cette catégorisation est fréquente pour les appareils qui sont adaptés pour l’installation dans des cloisons de réservoirs (= cloisons de zones : intérieur par ex. zone 0, extérieur par ex. zone 1).

10 Répartition en zones explosives

10.1 Répartition en zones selon ATEX

Les atmosphères explosibles sont réparties en zones, selon la fréquence et la durée d'apparition de l'atmosphère explosive dangereuse. L'exploitant d'une installation doit évaluer l'éventuelle présence d'un danger d'explosion au sein d'une zone et procéder à une répartition adéquate en zones.

Zone 0
Zone au sein de laquelle existe une atmosphère explosive due à la présence **permanente, pendant de longues durées ou fréquente** d'un mélange d'air et de gaz, vapeurs ou brouillards combustibles.

Zone 1
Zone au sein de laquelle il peut se former, **occasionnellement en cas de fonctionnement normal**, une atmosphère explosive due à la présence d'un mélange d'air et de gaz, vapeurs ou brouillards combustibles.

Zone 2
Zone au sein de laquelle, **en cas de fonctionnement normal**, il n'apparaît **normalement pas ou seulement pendant de courtes durées**, une atmosphère explosive due à la présence d'un mélange d'air et de gaz, vapeurs ou brouillards combustibles.

Zone 20
Zone au sein de laquelle existe une atmosphère explosive **permanente, pendant de longues durées ou fréquente**, sous la forme d'un nuage de poussières combustibles contenues dans l'air.

Zone 21
Zone au sein de laquelle il peut se former, **occasionnellement en cas de fonctionnement normal**, une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières combustibles contenues dans l'air.

Zone 22
Zone au sein de laquelle, **en cas de fonctionnement normal**, une atmosphère explosive n'apparaît **normalement pas ou seulement pendant de courtes durées**, sous la forme d'un nuage de poussières combustibles contenues dans l'air.

Substances combustibles en tant que mélange avec l'air	**Durée de la présence d'une atmosphère explosive dangereuse**		
	en permanence, pendant de longues durées ou fréquemment (> 1 000 h/an)*	**occasionnellement (10 – 1 000 h/an)***	**pas ou seulement pendant de courtes durées (< 10 h/an)***
Gaz, vapeurs, brouillards	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Poussières	Zone 20	Zone 21	Zone 22

* Les durées indiquées sont des valeurs approximatives non normalisées et sont uniquement à titre indicatif.

D'autres règles générales concernant les termes « en permanence (permanente), pendant de longues durées ou fréquemment (fréquente) », « occasionnellement » et « pendant de courtes durées » :

- **en permanence (permanente), pendant de longues durées ou fréquemment (fréquente) :** pendant la majorité du temps, en référence à la durée de fonctionnement effective (> 50 %)
- **pendant de courtes durées :** de rares fois par an pendant env. 30 minutes
- **occasionnellement :** tout ce qui n'entre pas dans les notions de « pendant de longues durées » ou « fréquemment ».

11 Modes de protection

Différents modes de protection peuvent être utilisés pour empêcher l'inflammation d'un mélange explosif par un appareil. Dans les zones au sein desquelles il faut s'attendre à l'apparition d'une atmosphère explosive dangereuse, seuls des matériels protégés contre les explosions doivent être utilisés. Ces matériels peuvent avoir différentes exécutions selon le mode de protection. Le cas échéant, il est également possible d'utiliser des combinaisons de différents modes de protection. Les modes de protection sont normalisés.

Règle applicable à l'ensemble des modes de protection : les pièces auxquelles l'atmosphère explosive a librement accès, ne doivent pas pouvoir présenter des températures supérieures à un seuil admissible. Les températures peuvent, compte tenu de la température ambiante et de l'échauffement, prendre des valeurs maximales qui correspondent à la classe de température ou à la température admissible définie pour les poussières combustibles, d'après lesquelles l'atmosphère explosive est classifiée.

Toutes les exigences généralisables imposées aux matériels sont regroupées dans la norme
- CEI 60079-0 (en Europe EN 60079-0) pour les gaz et les vapeurs
- CEI 61241-0 (en Europe EN 61241-0) pour les poussières et
- EN 13463-1 pour les appareils non électriques.

Les normes en matière de modes de protection peuvent compléter ou annuler des exigences.

Des exigences de protection normalisées, mais concernant plusieurs modes de protection, telles que la protection contre les charges électrostatiques, la création d'une compensation de potentiel pour les boîtiers métalliques ou la résistance mécanique contre les chocs, sont regroupées dans ces normes en tant qu'exigences techniques générales. En l'occurrence, des normes individuelles pour des types de protection spécifiques peuvent contenir des exigences supérieures, voire également inférieures.

Ces exigences se basent partiellement sur celles concernant les matériels électriques pour les gaz et les vapeurs, les différences concernant les poussières et les matériels non électriques sont contenues dans les différentes normes de base. En outre, la catégorie - 1 à 3 - à laquelle doivent répondre les matériels, peut également contenir différentes exigences générales.

La gamme de température générale pour l'utilisation de matériels électriques protégés contre les explosions est définie avec -20 °C à +40 °C. Les extensions ou limitations admissibles de la gamme de température, s'écartant de ces valeurs, doivent être indiquées.

Les chiffres déterminés à env. +20 °C dans le laboratoire pour les groupes d'explosion IIA, IIB et IIC sont valables pour une gamme de température de ± 40 K, c'est-à-dire de -20 °C à +60 °C.

Ces deux gammes de température tiennent compte, d'une part, des conditions sur le lieu de travail et d'un certain échauffement des matériels en fonctionnement. La pression due à l'explosion, les interstices de sécurité admissibles et les courants admissibles, non inflammables, changent en dehors de la gamme de température. Il faut en tenir compte lors de l'utilisation des matériels et cela peut avoir pour conséquence des conditions d'essai divergentes.
Dès 1978, avec la publication des normes européennes relatives aux matériels électriques, à savoir la norme EN 50014 et suivantes, les normes nationales jusqu'ici valables pour ces appareils ont été remplacées dans toute l'Europe par des normes valables. Outre les normes relatives aux matériels électriques publiées par le CENELEC, des normes correspondantes concernant les matériels non électriques protégés contre les explosions ont été entre-temps élaborées par le CEN.

Suite à un accord entre l'organisation de normalisation européenne CENELEC et l'organisation de normalisation internationale CEI, les normes européennes relatives aux matériels électriques sont en principe reprises, depuis quelques années, sans divergences. La série de normes EN 50014 et suivantes, qui définit les exigences imposées aux matériels pour les zones explosibles dues à la présence de gaz, est remplacée progressivement par la série EN 60079. En Allemagne, ces normes sont parues en tant que VDE 0170.

11.1 Modes de protection pour matériels électriques au sein d’atmosphères explosives dues à la présence de gaz

Mode de protection	Dési-gna-tion	Description / remarques	NOUVELLE norme (CEI / EN)	ANCIENNE norme
Dispositions générales	—	—	CEI 60079-0, EN 60079-0	EN 50014
Enveloppe antidéflagrante	Ex d	Les pièces qui peuvent enflammer une ATEX sont enfermées dans une enveloppe qui résiste à la pression développée lors d'une explosion interne d’un mélange explosif et qui empêche la transmission de l’explosion à l’atmosphère environnante de l'enveloppe.	CEI 60079-1, EN 60079-1	EN 50018
Enveloppe à surpression	Ex p	La pénétration d'une atmosphère environnante à l’intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante. px = utilisation en zone 1, 2 py = utilisation en zone 1, 2 pz = utilisation en zone 2	CEI 60079-2, EN 60079-2	EN 50016
Remplissage pulvérulent	Ex q	Les parties susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante soit empêchée.	CEI 60079-5, EN 60079-5	EN 50017
Immersion dans l’huile	Ex o	Le matériel électrique est immergé dans l'huile de telle sorte qu’une atmosphère explosive se trouvant au-dessus du niveau de l'huile ou à l'extérieur de l'enveloppe ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.	CEI 60079-6, EN 60079-6	EN 50015
Sécurité augmentée	Ex e	Mode de protection consistant à appliquer des mesures afin d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui ne produit pas en service normal.	CEI 60079-7, EN 60079-7	EN 50019

Mode de protection	Dési-gna-tion	Description / remarques	NOUVELLE norme (CEI / EN)	ANCIENNE norme
Sécurité intrinsèque	Ex i	Les matériels utilisés en zone explosive contiennent uniquement des circuits de sécurité intrinsèque. Un circuit électrique est à sécurité intrinsèque lorsque les étincelles ou les effets thermiques, qui apparaissent dans des conditions d'essai prédéfinies (concernant le fonctionnement normal et des conditions de défaut déterminées), ne peuvent provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive déterminée. Niveau de protection ia (tolérance à deux défauts) = utilisation en zone 0, 1, 2 Niveau de protection ib (tolérance à un seul défaut) = utilisation en zone 1, 2 Niveau de protection ic = utilisation en zone 2 (remplacera à l'avenir le mode de protection nL issu de EN 60079-15) [Ex ia] = matériel électrique associé – installation en zone sûre Ex de [ia] = utilisation du matériel en Zone 1, contient des circuits à sécurité intrinsèque pour l'alimentation en zone 0	CEI 60079-11, EN 60079-11	EN 50020
Non inflammable	Ex n_	Les matériels électriques ne sont pas en mesure d'enflammer une atmosphère explosive environnante (en fonctionnement normal et dans des conditions de fonctionnement anormales définies). Tous les matériels électriques dotés de ce mode de protection conviennent uniquement pour la catégorie 3 (zone 2). Ex nA = matériels ne produisant pas d'étincelles Ex nC = matériels produisant des étincelles, au sein desquels les contacts sont protégés de manière appropriée Ex nR = boîtiers antigrisouteux Ex nL = matériels à énergie limitée [Ex nL] = matériels à énergie limitée associés Ex nA nL = matériels électriques auto-protégés Remarque : Ex nL sera traité à l'avenir en tant que Ex ic dans CEI 60079-11.	CEI 60079-15, EN 60079-15	EN 50021
Encapsulage	Ex m	Les composants, qui sont susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive, sont enrobés dans une masse de remplissage, de telle sorte que l'atmosphère explosive ne puisse s'enflammer. Les matériels électriques ne sont pas en mesure d'enflammer une atmosphère explosive environnante (en fonctionnement normal et dans des conditions de fonctionnement anormales définies). Ex ma = utilisation en zone 0, 1, 2 Ex mb = utilisation en zone 1, 2	CEI 60079-18, EN 60079-18	EN 50028
Systèmes de sécurité intrinsèque	SYST	Systèmes à sécurité intrinsèque : évaluation de la sécurité intrinsèque pour des systèmes définis (appareils et câbles)	CEI 60079-25, EN 60079-25	—

Mode de protection	Dési-gna-tion	Description / remarques	NOUVELLE norme (CEI / EN)	ANCIENNE norme
Matériels électriques pour la zone 0	—	Modes de protection autorisés : ▪ Sécurité intrinsèque Ex ia ▪ Enrobage spécial Ex ma ▪ Combinaison de deux modes de protection normalisés indépendants (par ex. Ex d + ib) ▪ Combinaison d'un mode de protection normalisé avec un élément séparateur	CEI 60079-26, EN 60079-26	EN 50284
Systèmes de bus de terrain à sécurité intrinsèque	FISCO, FNICO	Systèmes de bus de terrain à sécurité intrinsèque (FISCO) pour zone 1 (par ex. FISCO Ex ia IIC T4) Définition des seuils physiques et électriques de la branche de bus à sécurité intrinsèque. Systèmes de bus de terrain non incendiaires (FNICO) pour zone 2 (par ex. FNICO Ex ia IIC T4)	CEI 60079-27, EN 60079-27	—
Rayonnement optique	Ex op_	Des mesures appropriées permettent d'empêcher l'inflammation d'une atmosphère explosive par un rayonnement optique. (Application avec fibres optiques). Il existe trois méthodes différentes : Ex op is = rayonnement optique à sécurité intrinsèque Ex op pr = rayonnement optique protégé Ex op sh = rayonnement optique bloqué	CEI 60079-28, EN 60079-28	—

11.2 Modes de protection pour matériels électriques au sein de zones contenant des poussières combustibles

Mode de protection	Dési-gna-tion	Description / remarques	CEI	EN
Dispositions générales	—	—	CEI 61241-0	EN 61241-0
Protection par boîtier	Ex tD	Protection par boîtier : se base sur la limitation de la température maximale de la surface du boîtier et sur la restriction de l'entrée de poussières, afin d'empêcher l'inflammation d'une couche de poussières ou d'un nuage de poussières. Il existe deux méthodes différentes, équivalentes, A et B, pour garantir la protection : - Méthode A : détermination de l'étanchéité aux poussières selon CEI 60529 (code IP) - Méthode B : détermination de l'étanchéité aux poussières par un essai thermique cyclique Ex tD A21 = selon la méthode A pour la zone 21 Ex tD B21 = selon la méthode B pour la zone 21	CEI 61241-1, CEI 60079-31	EN 50281-1-1 (jusqu'au 01.06.07), EN 61241-1
Enveloppe à surpression	Ex pD	L'infiltration d'une atmosphère environnante dans le boîtier de matériels électriques est empêchée par le fait qu'un gaz de protection (air, gaz inerte ou autre gaz approprié) maintient dans son intérieur une surpression par rapport à l'atmosphère environnante. La surpression est maintenue avec ou sans balayage permanent d'un gaz de protection.	CEI 61241-2	EN 61241-2
Sécurité intrinsèque	Ex iD	Les matériels mis en œuvre en zone explosive contiennent uniquement des circuits à sécurité intrinsèque. Un circuit électrique est à sécurité intrinsèque lorsque les étincelles ou les effets thermiques, qui apparaissent dans des conditions d'essai prédéfinies (concernant le fonctionnement normal et des conditions de défaut déterminées), ne peuvent provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive déterminée. Ex iaD = utilisation en zone 20, 21, 22 Ex ibD = utilisation en zone 21, 22 [Ex iaD] = matériel électrique associé – installation en zone sûre	CEI 61241-11	EN 61241-11
Encapsulage	Ex mD	Les composants, qui sont susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive par des étincelles ou un échauffement, sont enrobés dans une masse de remplissage, de telle sorte que l'atmosphère explosive ne puisse s'enflammer. Ceci est réalisé par un enrobage de tous côtés des composants avec une masse de remplissage résistant aux influences physiques – notamment électriques, thermiques et mécaniques – ainsi qu'aux influences chimiques. Ex maD = utilisation en zone 20, 21, 22 Ex mbD = utilisation en zone 21, 22	CEI 61241-18	EN 61241-18

11.3 Modes de protection pour matériels non électriques au sein d'atmosphères explosives dues à la présence de gaz et dans les zones contenant des poussières combustibles

Les appareils non électriques sont des appareils, qui peuvent remplir leur fonction prévue sans utilisation d'énergie électrique.

Mode de protection	Désigna-tion	Description / remarques	EN
Dispositions générales	—	—	EN 13463-1
Enveloppe à circulation limitée	fr	Par une étanchéité efficace d'un boîtier, l'infiltration d'une atmosphère Ex peut être restreinte à tel point qu'aucune atmosphère explosive ne puisse se produire à l'intérieur. Les différences de pression entre l'atmosphère intérieure et extérieure dues aux variations de température doivent être prises en compte. L'utilisation se limite à la catégorie d'appareils 3 (zone 2 et zone 22).	EN 13463-2
Enveloppe antidéflagrante	d	Les pièces risquant d'enflammer une atmosphère explosive sont enfermées dans un boîtier dont l'intérieur résiste à la pression en cas d'explosion d'un mélange explosif et qui empêche une propagation de l'explosion à l'atmosphère entourant le boîtier.	EN 13463-3
Sécurité à la construction	c	Sur les types d'appareil qui ne contiennent pas de source d'inflammation en fonctionnement normal, l'on applique des principes techniques éprouvés, si bien que le risque de défauts mécaniques, qui peuvent conduire à l'apparition de températures et d'étincelles d'inflammation, est réduit à un niveau très bas.	EN 13463-5
Contrôle de la source d'inflammation	b	Des capteurs sont intégrés dans l'appareil, afin de déceler les conditions dangereuses en voie d'apparition et d'engager des contre-mesures déjà dans une phase précoce du défaut, avant que les sources d'inflammation potentielles ne soient actives. Les mesures utilisées peuvent être engagées automatiquement, au moyen de liaisons directes entre les capteurs et le système de protection contre l'inflammation, ou manuellement, par l'envoi d'un avertissement à l'exploitant de l'appareil.	EN 13463-6
Enveloppe à surpression interne	p	La formation d'une atmosphère explosive à l'intérieur d'un boîtier est empêchée par un gaz de protection qui est maintenu à une surpression par rapport à l'atmosphère environnante. Si nécessaire, l'intérieur du boîtier est alimenté en permanence de gaz de protection pour obtenir la dilution de mélanges combustibles.	EN 13463-7
Protection par immersion dans un liquide	k	Par l'immersion dans un liquide de protection ou par un mouillage permanent avec un film d'un liquide de protection, les sources d'inflammation sont neutralisées.	EN 13463-8

11.4 Justification de la sécurité intrinsèque

A la différence d'autres modes de protection (par ex. enveloppe antidéflagrante), le mode de protection « sécurité intrinsèque » se rapporte non seulement aux matériels individuels mais aussi au circuit électrique entier qui est à sécurité intrinsèque. Un circuit à sécurité intrinsèque est constitué d'au moins un matériel électrique et d'un matériel associé.

Dans le cas d'un matériel à sécurité intrinsèque (marquage par ex. Ex ia), l'ensemble des circuits électriques sont exécutés en version à sécurité intrinsèque. Selon leur catégorie, ceux-ci peuvent être utilisés directement dans les zones prévues.

Concernant les matériels associés, tous les circuits électriques ne sont pas à sécurité intrinsèque. Ils contiennent cependant au moins un circuit à sécurité intrinsèque, qui peut être introduit dans la zone explosive. Ils sont en principe utilisés en zone sûre, les câbles de raccordement entrent cependant dans la zone explosive. C'est pourquoi les matériels associés doivent également correspondre aux catégories selon ATEX. Exemple : un matériel associé, qui est relié à un capteur ou un actionneur dans la zone 0, doit être un appareil de la catégorie 1 (marquage [Ex ia]).

Pour l'évaluation de circuits à sécurité intrinsèque, l'exploitant doit apporter une preuve de la sécurité intrinsèque. Pour un circuit à sécurité intrinsèque simple, les conditions suivantes doivent être contrôlées :

Uo ≤ Ui	(Uo = tension de sortie maximale, Ui = tension d'entrée maximale)
Io ≤ Ii	(Io = courant de sortie maximal, Ii = courant d'entrée maximal)
Po ≤ Pi	(Po = puissance de sortie maximale, Pi = puissance d'entrée maximale, Po = ¼ Uo × Io avec limitation de courant ohmique, Po = Uo × Io avec limitation de courant électronique)
Co ≥ Cc + Ci	(Co = capacité extérieure max., Cc = capacité du câble, Ci = capacité intérieure max.)
Lo ≥ Lc + Li	(Lo = inductance extérieure max., Lc = inductance du câble, Li = inductance intérieure max.)

Les paramètres nécessaires sont prélevés dans les manuels d'utilisation Ex ou les certificats d'épreuve CE du type de construction des appareils mis en œuvre. Ensuite, les caractéristiques électriques du circuit à sécurité intrinsèque (tension, courant, puissance, capacité et inductance) sont contrôlées. En présence d'un certificat du système, le dimensionnement relatif au système est déjà conforme.

Remarque : dans certains cas, d'autres contrôles sont nécessaires pour cette justification, par ex. récupération d'énergie en cas de défaut, prise en compte de capacités et d'inductances concentrées.

Pour l'utilisation en zone 0, l'interconnexion de plusieurs matériels électriques associés n'est pas admissible. Si le circuit à sécurité intrinsèque pour des applications en zone 1 et en zone 2 est constitué de plus d'un matériel associé, une justification doit avoir lieu au moyen de calculs théoriques ou de contrôles avec l'éclateur en veillant à la présence d'une somme de courants.

Si un circuit à sécurité intrinsèque contient un matériel dont le niveau de protection est ib, le circuit électrique entier correspond au niveau de protection ib.

11.5 Particularités du mode de protection « sécurité intrinsèque »

En cas d'utilisation et de fonctionnement de matériels en mode de protection « sécurité intrinsèque », il convient de respecter, entre autres, les points suivants :

- Avant l'interconnexion de matériels à sécurité intrinsèque, il convient d'apporter une preuve concluante de la sécurité intrinsèque.
- Dans le cas de matériels à sécurité intrinsèque qui ont été alimentés de manière non à sécurité intrinsèque, le mode de protection « sécurité intrinsèque » est annulé. Dans ce cas, les appareils ne doivent plus être utilisés en zone Ex, étant donné que des mesures restrictives, internes aux appareils, pourraient être détruites par ce biais. Un contrôle adéquat n'est possible que chez le fabricant. La même remarque s'applique en substance aux matériels à sécurité intrinsèque associés qui sont utilisés pour l'alimentation de matériels non à sécurité intrinsèque.
- Le travail sur des matériels à sécurité intrinsèque (par ex. l'entretien et la maintenance) ne sont possibles qu'avec des moyens de mesure à sécurité intrinsèque.
- Le paramétrage de matériels à sécurité intrinsèque n'est possible qu'au travers des appareils à sécurité intrinsèque ou des appareils non à sécurité intrinsèque avec étage séparateur Ex interconnecté.

12 Energie minimale d'inflammation et groupes d'explosion

L'énergie minimale d'inflammation est la plus petite énergie possible qui enflamme tout juste encore le mélange le plus facilement inflammable. Cette caractéristique des substances doit être prise en compte lors de la sélection des matériels. Pour les poussières, la valeur mesurée de l'énergie minimale d'inflammation est indiquée. Pour les gaz, une classification en groupes d'explosion est réalisée.

Concernant les matériels électriques du groupe I (exploitation des mines), on part du principe que seul du méthane apparaît comme gaz combustible, associé toutefois à de la poussière de charbon. Si, dans ces zones, d'autres substances combustibles peuvent également apparaître, il convient d'appliquer la répartition supplémentaire, telle qu'elle est réalisée dans le groupe II.

Pour les matériels électriques du groupe II (zones restantes), qui sont utilisés dans une atmosphère de gaz explosive, une répartition supplémentaire en groupes d'explosion est réalisée.

Les critères de répartition sont l'interstice expérimental maximal de sécurité et le courant minimal d'inflammation. L'interstice expérimental maximal de sécurité (IEMS) et l'énergie minimale d'inflammation (EMI) sont déterminés pour différents gaz et vapeurs dans des conditions parfaitement définies. L'interstice expérimental maximal de sécurité est l'interstice de sécurité, pour lequel un retour de flamme du mélange n'a tout juste plus lieu dans un appareil de contrôle avec une longueur d'interstice de 25 mm. L'énergie minimale d'inflammation se rapporte au courant minimal d'inflammation pour le méthane de laboratoire.

Le tableau suivant montre un aperçu des interstices expérimentaux maximum de sécurité et des courants minimum d'inflammation pour les différents groupes d'explosion.

Groupe d'explosion	**Interstice expérimental maximal de sécurité IEMS**	**Rapport du courant minimal d'inflammation EMI (rapporté au méthane = 1)**	**Gaz exemple**
IIA	> 0,9	> 0,8	Propane
IIB	0,5 – 0,9	0,45 – 0,8	Ethylène
IIC	< 0,5	< 0,45	Hydrogène, acétylène

La dangerosité des gaz augmente du groupe d'explosion IIA au groupe IIC.
Les exigences imposées aux matériels électriques augmentent en conséquence pour ces groupes d'explosion. C'est pourquoi il faut, le cas échéant, indiquer sur les matériels électriques, le groupe d'explosion pour lequel ils sont prévus.
Les matériels électriques, qui sont autorisés pour le groupe IIC, peuvent également être utilisés pour tous les autres groupes d'explosion.

13 Température d'inflammation et classes de température

Dans une atmosphère explosive, un matériel dont la température de surface est élevée, peut entraîner une inflammation thermique.

La température d'inflammation d'un gaz, d'une vapeur ou d'une poussière combustible est la température la plus basse d'une surface échauffée, à laquelle survient l'inflammation du mélange gaz/air ou vapeur/air. Elle constitue pratiquement la valeur de température la plus basse, à laquelle une surface chaude peut enflammer l'atmosphère explosive concernée.

Groupe d'explosion I
Pour les matériels électriques du groupe d'explosion I, la température maximale de surface est généralement définie comme suit :
- 150 °C en cas de dépôt de poussière de charbon par couches
- 450 °C sans dépôt de poussière de charbon

Groupe d'explosion II – Gaz et vapeurs combustibles
Les gaz et vapeurs combustibles sont répartis d'après leur inflammabilité en classes de température. La température maximale de la surface d'un matériel électrique doit toujours être inférieure à la température d'inflammation du mélange gaz/air ou vapeur/air, dans lequel il est utilisé. Les matériels électriques sont attribués d'après leur température maximale de surface (y compris en cas de défaut) aux classes de température. Bien entendu, les matériels, qui correspondent à une classe de température supérieure (par ex. T4), sont également admissibles pour les applications pour lesquelles une classe de température inférieure est exigée (par ex. T2 ou T3).

Classe de température	Température de surface maximale admissible des matériels	Température d'inflammation des substances combustibles
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C à ≤ 450 °C
T3	200 °C	> 200 °C à ≤ 300 °C
T4	135 °C	> 135 °C à ≤ 200 °C
T5	100 °C	> 100 °C à ≤ 135 °C
T6	85 °C	> 85 °C à ≤ 100 °C

Sauf indication contraire (dans la documentation et sur la plaque signalétique), ces indications se rapportent à une température ambiante du matériel électrique de +40 °C. La température d'inflammation la plus basse de l'atmosphère explosive doit être supérieure à la température maximale de la surface du matériel électrique. La température limite du matériel ne doit pas être dépassée, y compris en cas de défaut.

Exemple 1 : La température d'inflammation de l'essence se situe dans la plage 220 °C … 300 °C. C'est pourquoi, seuls des matériels électriques des classes de température T3 … T6 peuvent être utilisés dans cette atmosphère.

Exemple 2 : La température de la surface d'un matériel électrique doit être de 150 °C en cas de défaut. Par conséquent, il doit uniquement être utilisé pour les classes de température T1 … T3.

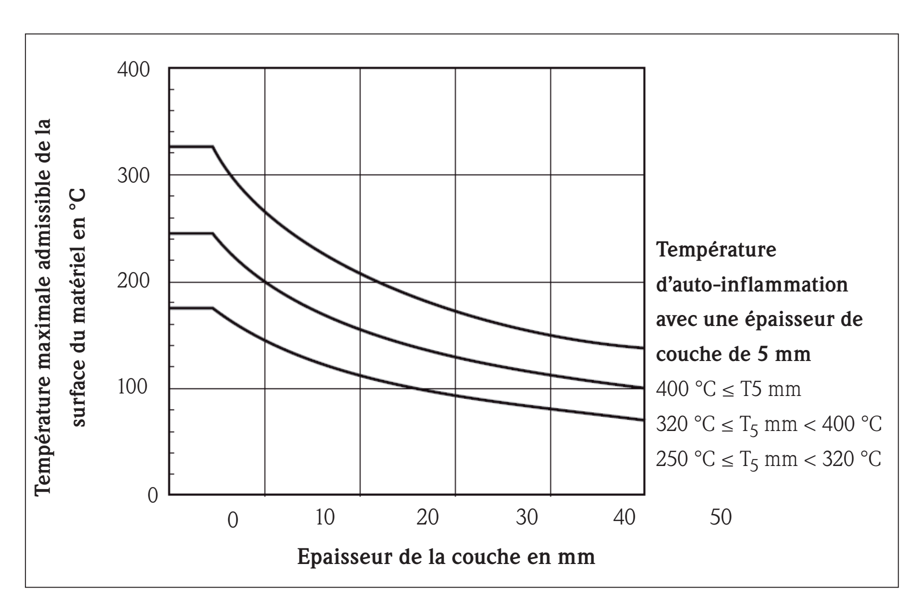
Le tableau suivant montre l'affectation des gaz et vapeurs combustibles en groupes d'explosion et classes de température.

Classes de température / Groupe d'explosion	T1 (450 °C)	T2 (300 °C)	T3 (200 °C)	T4 (135 °C)	T5 (100 °C)	T6 (85 °C)
IIA	Acétone (540 °C) Ammoniac (630 °C) Benzène (555 °C) Ethane (515 °C) Acétate d'éthyle (460 °C) Acide acétique (485 °C) Monoxyde de carbone (605 °C) Méthanol (455 °C) Propane (470 °C) Toluène (535 °C)	1,2-dichlor-éthane (440 °C) Cyclohexanone (430 °C) i-acétate d'amyle (380 °C) n-butane (365 °C) Alcool butylique (340 °C)	Essence (220 - 300 °C) Gazole (220 - 300 °C) Kérosène (220 - 300 °C) Mazout (220 - 300 °C) n-hexane (240 °C)	Acétaldéhyde (140 °C)		
IIB	Gaz de ville (560 °C)	Alcool éthylique (425 °C) Ethylène (425 °C) Oxyde d'éthylène (440 °C)	Glycol éthylique (335 °C) Sulfure d'hydrogène (270 °C)	Ether diéthylique (180 °C)		
IIC	Hydrogène (560 °C)	Acétylène (305 °C)				Sulfure de carbone (95 °C)

Groupe d'explosion II – Poussières combustibles
Dans le cas de poussières combustibles, aucune répartition en classes de température n'est effectuée.
La température minimale d'inflammation du nuage de poussières doit être comparée à la température maximale de la surface du matériel en tenant compte d'un facteur de sécurité.

La température maximale de la surface du matériel (surface = surface extérieure du matériel) ne doit pas être élevée au point de pouvoir enflammer de la poussière soulevée en tourbillons ou déposée sur les matériels. A cet égard, les conditions suivantes doivent être remplies :

- La température de surface ne doit pas dépasser 2/3 de la température d'inflammation du mélange poussière/air respectif.
- Étant donné que les poussières peuvent également se déposer sur les matériels, il faut en plus tenir compte de la température minimale d'inflammation de la couche de poussière (température d'auto-inflammation). La température d'auto-inflammation est la température la plus basse d'une surface chaude, sur laquelle une couche de poussière de 5 mm peut s'enflammer. La température de la surface d'un matériel ne doit pas dépasser la température d'auto-inflammation réduite de 75 K de la poussière. En cas d'épaisseurs de couche supérieures à 5 mm, l'isolation thermique augmente. De ce fait, la couche de poussière peut déjà s'enflammer à des températures inférieures et une diminution supplémentaire de la température de surface est nécessaire. Celle-ci est déterminée selon CEI 61241-14, à partir du schéma de la figure ci-dessous.
- La plus basse des températures déterminées à partir des deux critères est déterminante.
  Exemple du lignite :
  Tmax = température d'auto-inflammation - 75 K =
  225 °C – 75 °C = 150 °C
  Tmax = 2/3 de la température



Réduction de la température maximale admissible de la surface avec une épaisseur croissante de la couche de poussière (voir également CEI 61241-14)

Lorsque l'épaisseur de couche est supérieure à 50 mm, la température d'auto-inflammation doit être mesurée par des essais de laboratoire. Ceci vaut également pour les épaisseurs de couche supérieures à 5 mm, lorsque la température d'auto-inflammation est inférieure à 250 °C avec une épaisseur de couche de 5 mm. Les essais de laboratoire sont également nécessaires en cas d'enfouissement complet des matériels par de la poussière combustible.

14 Critères de sélection d'appareils et de systèmes de protection

14.1 Critères de sélection

Dans toutes les zones dans lesquelles peuvent apparaître des atmosphères explosives, il convient de sélectionner les appareils et les systèmes de protection d'après les catégories selon la directive 94/9/CE (ATEX 95). La relation entre la catégorie selon la directive 94/9/CE avec la zone selon la directive 1999/92/CE (ATEX 137) est établie dans l'annexe II de la directive 1999/92/CE.

Dans ces zones, il convient notamment d'utiliser les catégories d'appareils suivantes, dans la mesure où elles sont adaptées pour les gaz, vapeurs, brouillards et/ou poussières (voir également le tableau) :

- en zone 0 ou en zone 20 : appareils de la catégorie 1,
- en zone 1 ou en zone 21 : appareils de la catégorie 1 ou de la catégorie 2,
- en zone 2 ou en zone 22 : appareils de la catégorie 1, de la catégorie 2 ou de la catégorie 3.

Atmosphère explosive	**Directive 1999/92/CE (ATEX 137)**	**Atmosphère explosive présente**	**Directive 94/9/CE (ATEX 95)**
	Répartition en zones		**Exigences relatives aux appareils (catégorie)**
Gaz	Zone 0	En permanence, à long terme, fréquemment	1G
	Zone 1	Occasionnellement	2G ou 1G
	Zone 2	Non, rarement ou fugitivement	3G ou 2G ou 1G
Poussière	Zone 20	En permanence, à long terme, fréquemment	1D
	Zone 21	Occasionnellement	2D ou 1D
	Zone 22 poussière conductrice poussière non conductrice	Non, rarement ou fugitivement	 2D ou 1D 3D ou 2D ou 1D
			G = gaz, vapeurs, brouillards D = Dust (poussière)

14.2 Catégorisation d'appareils GD

L'indication GD sur un appareil (par ex. II 1 GD) signifie qu'un appareil peut être utilisé dans des atmosphères explosives dues à la présence de gaz **ou** dans des atmosphères explosives dues à la présence de poussière. GD est ici une écriture abrégée des désignations de catégorie G et D, valables séparément. Le marquage II 1 GD signifie, par exemple, II 1 G ou II 1 D.

En cas de montage dans une zone cloisonnée, cet agrément permet des mélanges, tels que l'élément capteur en atmosphère Ex gaz, le boîtier du capteur avec l'électronique en atmosphère Ex poussière. Un matériel avec agrément II 1/2 GD, par exemple, peut donc être monté sur la cloison d'un réservoir, dont l'intérieur a été défini comme zone 0 Ex « gaz » et dont l'extérieur a été défini comme zone 21 Ex « poussière ».

Une utilisation dans des atmosphères explosives mixtes (Ex « gaz » + Ex « poussière » = mélange hybride) n'est cependant **pas** possible avec cet agrément.

Par principe, une attribution sans équivoque des zones par l'exploitant est toujours nécessaire. Les catégories de matériels nécessaires s'y orientent. Les règles en matière de protection contre les explosions : « En cas de doute lors de la répartition en zones, l'étendue des mesures de protection doit s'orienter, dans la totalité de la zone explosive, d'après la probabilité maximale d'apparition d'une atmosphère explosive dangereuse. Pour cette raison, dans les cas où les poussières peuvent former une atmosphère explosive dangereuse conjointement avec les gaz, vapeurs ou brouillards (mélanges hybrides), il faut tenir compte de la répartition de la zone explosive, aussi bien d'après les zones 0, 1 et 2 que d'après les zones 20, 21 et 22. »

15 Documentation pour fabricants et exploitants

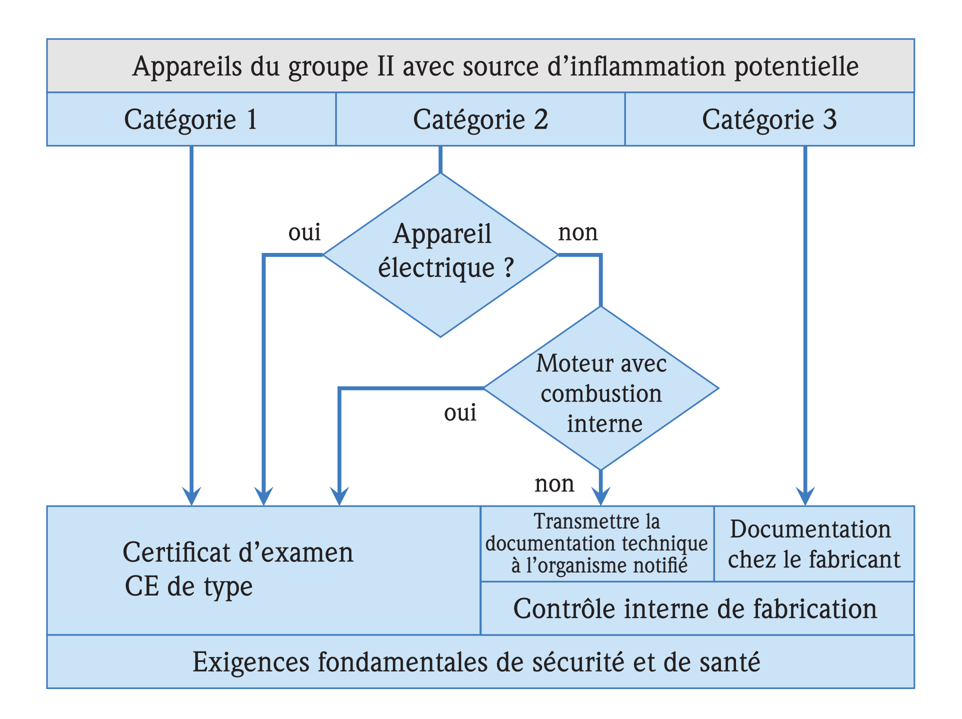
Un fabricant ne peut mettre sur le marché des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en zones explosibles que s'ils ont été soumis à une méthode d'évaluation de la conformité exigée par la directive 94/9/CE (ATEX 95).

15.1 Certificat d'examen CE de type

Pour les appareils des catégories 1 et M1, il convient d'effectuer un examen CE de type et une certification par un organisme de contrôle notifié. Il en est de même pour les matériels électriques et les moteurs à combustion des catégories 2 et M2. Pour les autres matériels non électriques de ces catégories et pour les matériels de la catégorie 3, le fabricant peut déterminer et documenter sous sa propre responsabilité la conformité avec les exigences de la directive.

Pour les appareils de la catégorie 3 (adaptés pour la zone 2), selon la directive ATEX, aucun certificat d'examen CE de type n'est prévu, et son émission n'est d'ailleurs pas tolérée. Au lieu de cela, le fabricant émet une déclaration de conformité CE, dans laquelle il confirme le respect de la directive ATEX et des normes harmonisées en vigueur pour ces appareils.

Le graphique suivant représente la méthode d'évaluation de la conformité pour le groupe d'appareils II en fonction de la catégorie d'appareils.



Un « X » figurant à la fin du numéro du certificat d'examen CE de type désigne les « Conditions particulières pour un fonctionnement sûr ». Un « U » figurant à la fin désigne un certificat partiel pour des produits qui ne peuvent pas être utilisés de façon autonome, mais uniquement en tant que partie importante pour la sécurité d'appareils Ex.

Les certificats d'examen CE de type d'organismes notifiés sont reconnus réciproquement par tous les états membres de l'UE.

15.2 Déclaration de conformité CE

Les appareils et les systèmes ne peuvent être mis sur le marché que lorsqu'ils portent la marque CE et si un manuel d'utilisation et une déclaration de conformité du fabricant sont joints. Le marquage CE ainsi que la déclaration de conformité CE écrite confirment la conformité du produit à toutes les prescriptions européennes pertinentes et à la méthode d'évaluation qui est définie dans les directives CE.

Le fabricant est tenu de fabriquer tout matériel électrique de telle manière qu'il réponde aux documents de contrôle et aux échantillons d'essai. Finalement, il est également tenu de soumettre chaque pièce fabriquée d'un matériel électrique protégé contre les explosions à un essai individuel et de la marquer en conséquence si elle a réussi le test.

Remarque : Avec les appareils Endress+Hauser, la déclaration de conformité CE est contenue dans le manuel d'utilisation Ex.

15.3 Manuel d'utilisation Ex (conseils de sécurité)

Directive 94/9/CE (ATEX 95), Annexe II, paragraphe 1.0.6 a) : à chaque appareil ou système de protection doit correspondre un manuel de mise en service qui contient les indications minimales suivantes :

- Les mêmes indications que sur le marquage des appareils ou systèmes de protection, à l'exception du numéro de série et, le cas échéant, d'informations importantes pour la maintenance ;
- Indications relatives à la mise en service, l'utilisation, le montage et le démontage, la maintenance (maintenance et dépannage), l'installation, le réglage ;
- Si nécessaire, le marquage de zones dangereuses en amont de dispositifs de décharge de pression ;
- Si nécessaire, des indications en vue de l'initiation ;
- Indications permettant de décider sans aucun doute si l'utilisation d'un appareil (en fonction de sa catégorie mentionnée) ou d'un système de protection est possible sans danger dans la zone prévue, dans les conditions prévisibles ;
- Valeurs caractéristiques électriques et pressions, températures maximales de surface ainsi que d'autres seuils ;
- Si nécessaire, les conditions particulières pour l'utilisation, y compris les instructions concernant une utilisation inappropriée, qui peut se produire par expérience ;
- Si nécessaire, les caractéristiques essentielles des outils qui peuvent être montés sur l'appareil ou le système de protection.

Directive 94/9/CE (ATEX 95), Annexe II, paragraphe 1.0.6 c) : le manuel de mise en service contient les plans et schémas nécessaires pour la mise en service, la maintenance, l'inspection, le contrôle du bon fonctionnement et, le cas échéant, la réparation de l'appareil ou du système de protection, ainsi que l'ensemble des indications utiles, notamment concernant la sécurité.

16 Marquage selon ATEX

16.1 Contenus du marquage ATEX

En plus des données usuelles (fabricant, type, numéro de série, caractéristiques électriques), les données concernant la protection contre les explosions doivent être intégrées au marquage.
Sur chaque appareil, il convient d'apposer d'après la directive ATEX 94/9/CE une marque, de manière visible et indélébile, conformément aux indications minimales selon l'Annexe II n° 1.05, ainsi que les marques prévues de la norme appliquée pour le mode de protection. Par conséquent, le marquage doit contenir :

- Nom et adresse du fabricant
- Marque CE (hauteur min. 5 mm) et, le cas échéant, le numéro d'identification de l'organisme notifié pour la surveillance de l'assurance de la qualité
- Désignation de série et type
- N° de série / n° de fabrication
- Année de fabrication
- Marque de protection contre les explosions (hexagone Ex)
- Groupe d'appareils et catégorie
- Mode de protection
- Groupe d'explosion
- Classe de température
- Le cas échéant, compléments d'information selon la norme d'application



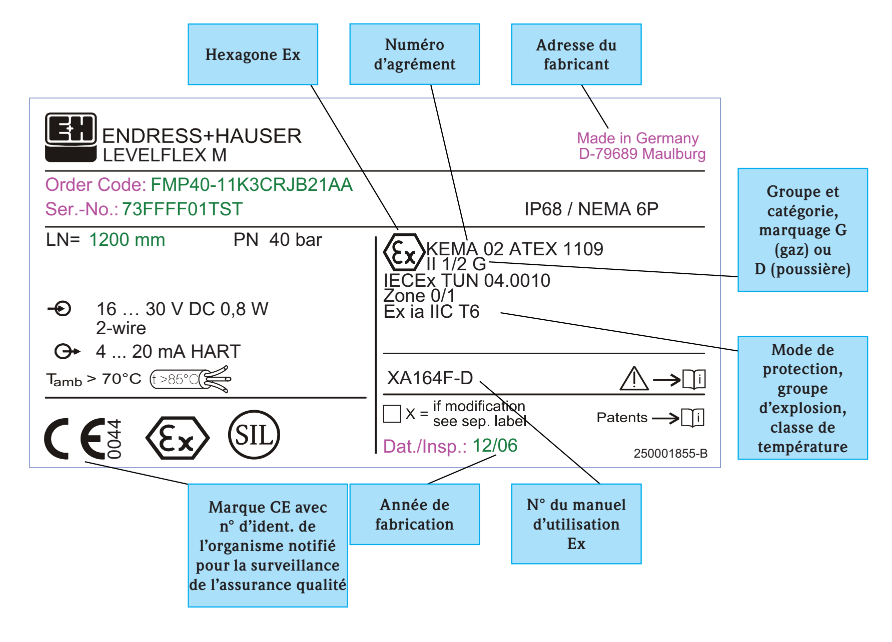


Le marquage CE de l'appareil confirme le respect de l'ensemble des directives UE s'appliquant à l'appareil. Par exemple, une lampe protégée contre les explosions, portant la marque CE, doit répondre à la fois à la directive sur la protection contre les explosions et à la directive CEM.
La marque CE peut également être munie des numéros d'identification de plusieurs organismes notifiés (par ex. pour ATEX et la directive sur les équipements sous pression).

16.2 Marquage de matériels électriques protégés contre les explosions

Caractéristique de marquage	Exemple
Nom ou marque du fabricant	Endress+Hauser
Désignation de type	Levelflex M
Adresse	D-79689 Maulburg
Marque CE avec code de l'organisme de contrôle	CE 0044
Organisme de contrôle et numéro d'agrément	KEMA 02 ATEX 1109[1]
Marquage selon la directive 94/9/CE (ATEX 95)	Ex II 1/2 G
Marques distinctives de l'UE (hexagone Ex)	Ex
Groupe d'appareils : I (protection antigrisouteuse), II (protection contre les explosions, zones restantes)	II
Catégorie d'appareils (pour le groupe d'appareils II : 1, 2 ou 3)	1/2
Domaine d'application en atmosphère explosive (G : gaz, vapeurs, brouillards, D : poussières)	G
Marque de protection contre les explosions	Ex ia IIC T6
Marquage selon CENELEC : EEx (jusqu'en mars 2007, période de transition) ou Ex (à partir de décembre 2004)	Ex
Mode(s) de protection (ia pour appareils à sécurité intrinsèque, [ia] pour matériels associés, d, e, m…)	ia
Groupe d'explosion en présence de gaz (classification IIA, IIB, IIC pour Ex d et Ex i)	IIC
Classe de température en présence de gaz (pour groupe d'appareils II), température maximale de surface en présence de poussières	T6
Caractéristiques électriques concernant la protection contre les explosions	U, I, P, C, L
Température ambiante (si différente de -20 °C … +40 °C)	-20 °C ≤ Ta ≤ +70°C
Renvoi au manuel d'utilisation Ex correspondant	XA 164F-D

[1] Le cas échéant, compléments d'information selon des normes d'application (par ex. « X » pour conditions d'installation particulières, « U » pour composants Ex)



Exemple de plaque signalétique selon ATEX

17 Exemples de marquage de matériels protégés contre les explosions

17.1 Exemples de marquage de matériels protégés contre les explosions dues à la présence de gaz

II 1/2 G Ex ia IIC T6	Matériel du groupe d'appareils II pouvant être monté dans la cloison entre la zone 0 et la zone 1. Mode de protection « sécurité intrinsèque », niveau de protection ia (tolérance à deux défauts), très faible énergie générée (également en cas de défaut), température maximale de surface correspondant à la classe de température T6.
II 2 G Ex d IIC T4	Matériel du groupe d'appareils II pour la zone 1. Mode de protection « enveloppe antidéflagrante », très faible énergie générée (également en cas de défaut), température maximale de surface correspondant à la classe de température T4.
II 2 (1) G Ex d [ia] IIB T4	Matériel du groupe d'appareils II utilisable en zone 1, en mode de protection « enveloppe antidéflagrante. Il contient en plus des circuits à sécurité intrinsèque qui peuvent être introduits en zone 0. Energie générée (également en cas de défaut) correspondant au groupe d'explosion IIB, température maximale de surface correspondant à la classe de température T4.
II 3 G Ex nA II T6	Matériel ne produisant pas d'étincelles du groupe d'appareils II utilisable en zone 2. Très faible énergie générée (également en cas de défaut), température maximale de surface correspondant à la classe de température T6.

17.2 Exemples de marquage de matériels protégés contre les explosions dues à la présence de poussières

II 2 D Ex tD A21 IP 65 T 80 °C	Matériel utilisable dans les zones avec poussières combustibles (jusqu'en zone 21). Mode de protection « protection par boîtier ». Justification de l'étanchéité aux poussières par la méthode A (degré de protection IP 6x). A température ambiante maximale, la température de la surface du boîtier peut s'élever à 80 °C max.
II 1 D Ex iaD 20 T 96 °C	Matériel utilisable dans les zones avec poussières combustibles (jusqu'en zone 20). Mode de protection « sécurité intrinsèque ». A température ambiante maximale, la température de la surface du boîtier peut s'élever à 96 °C max.
II 2 D Ex t IIIC T225 °C Db IP65 **ou** **II 2 D Ex tbD IIIC T225 °C IP65**	Marquage selon CEI 60079-31 : Matériel utilisable dans les zones avec poussières combustibles (jusqu'en zone 21). Mode de protection tD « protection par boîtier », niveau de protection d'appareil (EPL) tbD. Utilisable pour les poussières du groupe de poussières IIIC (poussières conductrices). A température ambiante maximale, la température de la surface du boîtier peut s'élever à 225 °C max. Degré de protection du boîtier IP 65.

17.3 Exemples de marquage de matériels avec agrément combiné GD

II 1/2 GD T 55°C Ex ia IIC T6	Le matériel est utilisable pour les zones avec gaz combustible ou poussière combustible. Possibilités pour capteur / boîtier : 1G/2G, 1D/2D, 1G/2D ou 1D/2G. A température ambiante maximale, la température de la surface du boîtier peut s'élever à 55 °C max. Mode de protection « sécurité intrinsèque », niveau de protection ia (tolérance à deux défauts). Très faible énergie générée (également en cas de défaut), température maximale de surface correspondant à la classe de température T6.
II (1) GD [Ex ia] IIC	Matériel électrique associé ne pouvant pas être utilisé en zone Ex. Seule une partie de l'appareil satisfait aux exigences de catégorie et dispose de circuits à sécurité intrinsèque, qui peuvent être introduits en zone 0 ou en zone 20.

17.4 Exemples de marquage de matériels non électriques

II 1 G c/k T4	Exemple d'un appareil non électrique du groupe II : l'appareil est approprié pour une utilisation continue en atmosphère explosive due à la présence de gaz, parce qu'il possède deux modes de protection indépendants, parmi lesquels un mode reste effectif même en cas de défauts apparaissant rarement. Les deux modes de protection sont la sécurité constructive « c » avec une température maximale de surface de 135 °C (T4) et la protection par immersion dans un liquide « k ». Remarque : Il convient d'observer la barre oblique « / » entre les deux modes de protection indépendants.
II 2 G c k T4	Exemple d'un appareil du groupe II, catégorie d'appareils 2 : cet appareil convient pour l'utilisation en atmosphère explosive due à la présence de gaz et utilise deux modes de protection sur différentes parties de l'appareil.
II 2 G d IIB T4	Exemple d'un appareil du groupe II, catégorie d'appareils 2 avec enveloppe antidéflagrante pour zones explosives, pour les gaz du groupe IIB, avec une classe de température de surface maximale T4.
II 3 G T4	Exemple d'un appareil du groupe II, catégorie d'appareils 3, pour atmosphères explosives dues à la présence de gaz, avec une classe de température de surface maximale T4, sans mode de protection.
II 2 D c 110 °C	Exemple d'un appareil du groupe II, catégorie d'appareils 2 pour atmosphères explosibles dues à la présence de poussières avec mode de protection « sécurité constructive » et une température de surface maximale de 110 °C.
II 2 GD c 230 °C	Exemple de marquage d'atmosphères gazeuses et poussiéreuses
II 2 G d T3 / 1 G c T2	Exemple de marquage d'un appareil avec deux catégories pour par ex. différentes parties de l'appareil

17.5 Marquage X

Le symbole « X » est utilisé comme complément à la fin du numéro de certificat, afin de signaler des conditions d'installation particulières pour l'application sûre de matériels protégés contre les explosions. Exemple : PTB 98 ATEX 2215 X

Le manuel d'utilisation Ex doit dans ce cas contenir suffisamment d'informations, afin que l'utilisateur puisse évaluer l'aptitude du matériel pour une application spéciale.

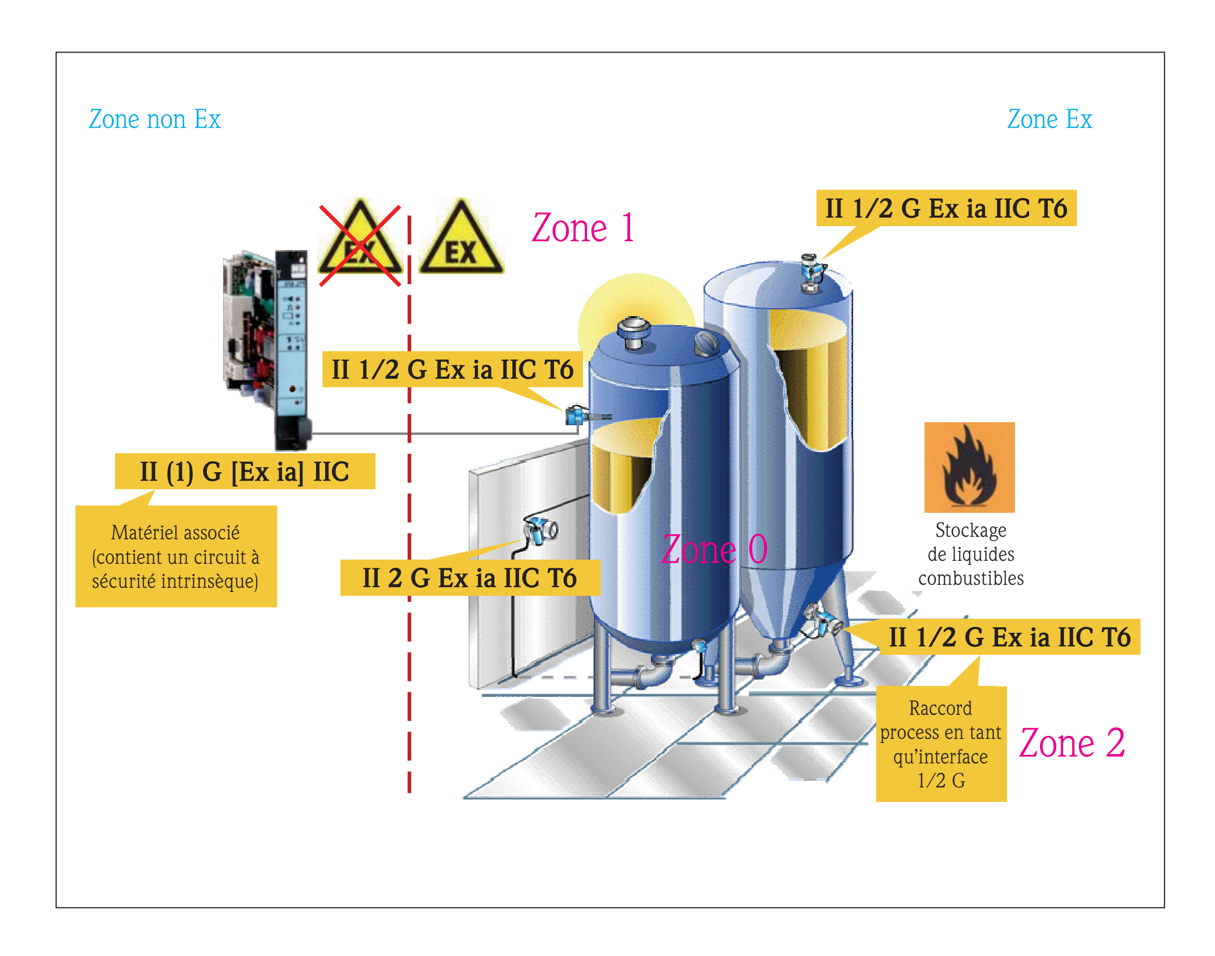
Remarque : Dans certaines normes relatives à la protection contre les explosions, un « X » est exigé à la fin du numéro de certificat d'examen CE de type pour des caractéristiques de sécurité déterminées, bien que d'autres caractéristiques de sécurité, pour lesquelles aucun indice « X » n'est exigé, ne sont pas moins importantes.

Sélection de quelques critères pour l'attribution d'un indice « X » :

- La charge électrostatique de l'isolation doit être évitée (zone 0)
- La charge électrostatique du boîtier doit être évitée (zone 1)
- La résistance des joints en contact avec le produit doit être garantie
- La résistance des matériaux utilisés doit être garantie (par ex. matières plastiques)
- Éviter les étincelles à la suite de chocs et de frottements
- Respecter la gamme de température ambiante

18 Exemples d'installation

La figure ci-dessous montre avec l'exemple « Stockage de liquides combustibles » une répartition possible en zones et la sélection en résultant de matériels électriques (ici en mode de protection « sécurité intrinsèque »).



Exemples d'installation de matériels électriques en « sécurité intrinsèque »

Exemples de répartition en zones

Zone 0
A la zone 0 appartiennent essentiellement les zones au sein de récipients, conduites et appareils fermés, dans lesquels se trouvent des liquides combustibles. La zone explosive se trouve au-dessus du niveau de liquide, pas à l'intérieur du liquide. La plupart des gaz de liquides combustibles sont plus lourds que l'air et se propagent de manière analogue aux liquides. Les cavités telles que les fosses ou un puisard d'aspiration peuvent abriter des gaz explosifs sur une durée prolongée, si bien qu'il faille ici aussi s'attendre à une zone 0.

Zone 1
En zone 1, des substances combustibles ou explosives sont fabriquées, traitées ou stockées. En font partie l'environnement des trous d'alimentation et la zone proche de dispositifs de remplissage et de vidange, la zone proche autour d'appareils fragiles, les conduites et autour des presse-étoupe insuffisamment étanches sur les pompes et les vannes. Il est vraisemblable qu'une concentration combustible apparaisse pendant le fonctionnement normal. Les sources d'inflammation, qui apparaissent en cas de fonctionnement normal, sans défaut, et les sources d'inflammation, qui apparaissent habituellement en cas de dysfonctionnement, doivent être exécutées de façon antidéflagrante.

Zone 2
A la zone 2 appartiennent d'autres zones autour des zones 0 et 1, ainsi que des zones autour des raccords par bride dans le cas de conduites au sein de locaux fermés. Par ailleurs entrent en ligne de compte les zones dans lesquelles la limite d'explosivité inférieure, par une ventilation naturelle ou forcée, n'est atteinte que dans des cas d'exception, tel que c'est le cas dans l'environnement d'installations à l'air libre. En zone 2, des substances combustibles ou explosives sont fabriquées ou stockées. La probabilité d'apparition d'une concentration combustible est rare et l'apparition est également de courte durée.



Zone 20
La zone 20 est généralement à définir uniquement à l'intérieur de réservoirs, conduites, appareils, etc. Des exemples typiques sont les trémies de remplissage, silos, cyclones (dépoussiéreurs centrifuges) et filtres, systèmes de transport de poussières, mélangeurs, moulins, sécheurs, dispositifs d'ensachage.

Zone 21
En zone 21 sont classifiées, entre autres, les zones suivantes : zones dans l'environnement immédiat de stations de dépoussiérage et de stations de remplissage, intérieur d'appareils et d'installations inertisées, ainsi que les zones dans lesquelles apparaissent des dépôts de poussières et qui, en fonctionnement normal, peuvent former une concentration explosive de poussières combustibles en mélange avec l'air.

Zone 22
En zone 22 peuvent, entre autres, être classifiées des zones dans lesquelles se trouvent des installations contenant des poussières, lorsque de la poussière peut s'échapper en raison de défauts d'étanchéité et lorsque des dépôts de poussières en quantité dangereuse peuvent se former.

19 Nouvelle normalisation CEI en matière de protection contre les explosions et ses répercussions sur « l'environnement ATEX »

La réorganisation complète de la norme de base relative à la protection contre les explosions selon CEI 60079-0 est en cours. Elle doit s'appliquer à l'avenir à l'ensemble des matériels protégés contre les explosions (protection contre les explosions de gaz, protection contre les explosions de poussière, exploitation des mines) et contient l'harmonisation la plus poussée de dispositions généralement valables (par ex. exigences imposées au boîtier).

Le domaine d'application étendu est déjà visible dans le titre de la nouvelle édition de la norme. Dans l'ancien titre : « Electrical Apparatus for explosive atmospheres » (Appareils électriques pour atmosphères explosives) a disparu le mot « gaz », ce qui fait allusion au domaine d'application général qui comprend désormais également la protection contre les explosions de poussières. Avec cette édition de la norme, le manque d'uniformité apparu au fil des ans concernant le vocabulaire en matière de protection contre les explosions de matériels électriques doit ainsi être éliminé.

Les descriptions des **Equipment Protection Levels (EPL)** (niveaux de protection des appareils) ont été nouvellement incorporées dans les définitions de termes. L'introduction des « Equipment Protection Levels » (en français : niveaux de protection des appareils) se base sur les catégories d'appareils 1, 2 et 3 définies dans les directives ATEX, en tant que contrepartie par rapport aux trois zones. On entend par EPL le niveau de protection d'un appareil, qui dépend du risque constaté de formation de sources d'inflammation et des différentes conditions au sein d'atmosphères explosives dues à la présence de gaz et de poussières, dans les installations minières de surface et souterraines.

Comparaison des catégories selon ATEX et EPL selon CEI 60079-0		
Zone explosive	**Groupe / catégorie d'appareils selon la directive 94/9/CE (ATEX 95)**	**Groupe d'appareils et EPL selon CEI 60079-0**
Zone 0	II 1 G	II Ga
Zone 1	II 2 G	II Gb
Zone 2	II 3 G	II Gc
Zone 20	II 1 D	III Da
Zone 21	II 2 D	III Db
Zone 22	II 3 D	III Dc
Exploitation des mines (très haute sécurité)	I M 1	I Ma
Exploitation des mines (haute sécurité)	I M 2	I Mb

Toutes les exigences généralement valables, c'est-à-dire non spécifiques au mode de protection, de la protection contre les explosions de poussières issues de la norme CEI 61241-0 ont été intégrées dans la nouvelle édition de la norme CEI 60079-0. L'ancienne répartition en groupe I : matériels électriques pour les excavations souterraines à risque permanent de grisou et en groupe II : matériels électriques pour toutes les autres zones explosives à l'exception des excavations souterraines à risque permanent de grisou, a été modifiée (groupe II exclusivement pour la protection contre les explosions gazeuses) et complétée (nouveau groupe III pour la protection contre les explosions de poussières).

Répartition en groupes selon CEI 60079-0
(groupe II modifié, groupe III nouveau)

- Groupe I : matériels électriques pour les zones susceptibles d'être mises en danger par le grisou (méthane)
- Groupe II : matériels électriques pour les zones susceptibles d'être mises en danger par les **gaz**
- Groupe III : Matériels électriques pour les zones susceptibles d'être mises en danger par les **poussières** (IIIA : peluches, IIIB : poussière non conductrice, IIIC : poussière conductrice)

D'autres changements importants concernent le marquage : le tableau suivant fait état de quelques exemples de marquage pour les matériels protégés contre les explosions. Aussi bien les exigences en terme de marquage selon la directive ATEX 94/9/CE qu'également selon la norme CEI 60079 (Equipment Protection Levels – EPL) sont ici prises en compte.

Exemples de marquage ATEX + CEI	
II 2 G Ex d [ib] IIC T4 Gb	Appareil pour zone 1 avec sortie Ex ib
II 2 (1) G Ex d [ia Ga] IIC T4 Gb	Appareil pour zone 1 avec sortie Ex ia
II (1) G [Ex ia Ga] IIC	Matériel associé
II 1 D Ex maD 20 IIIC T120°C Da	Appareil pour zone 20
II 1/2 G Ex ia/d IIC T6 Ga/Gb	Appareil pour zone 0 / zone 1
I M2 Ex e mb I Mb	Appareil pour l'exploitation des mines de charbon

20 Directives, ensembles de dispositions et bibliographie en matière de protection contre les explosions

Directives 94/9/CE (ATEX 95) et 1999/92/CE (ATEX 137) :

- Directive 94/9/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 mars 1994 pour l'harmonisation des prescriptions juridiques des états membres relatives aux appareils et systèmes de protection pour une utilisation conforme aux prescriptions en zones explosibles
- Directive 1999/92/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 1999 sur les prescriptions minimales en vue de l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité des employés qui peuvent être mis en danger par des atmosphères explosives

Lignes directrices relatives à ATEX 95, guide relatif à ATEX 137 :

- Lignes directrices relatives à l'application de la directive 94/9/CE du Conseil du 23 mars 1994 pour l'harmonisation des prescriptions juridiques des états membres relatives aux appareils et systèmes de protection pour une utilisation conforme aux prescriptions en zones explosibles
- Guide non contractuel pour des méthodes éprouvées concernant l'application de la directive 1999/92/CE sur les prescriptions minimales en vue de l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité des employés qui peuvent être mis en danger par des atmosphères explosives

France métropolitaine

Endress+Hauser SAS
3 rue du Rhin, BP 150
68331 Huningue Cedex

0,125€/mn
Indigo 0 825 888 001
Indigo Fax 0 825 888 009

info@fr.endress.com
www.fr.endress.com

DOM-TOM & Export

Endress+Hauser SAS
3 rue du Rhin, BP 150
F-68331 Huningue Cedex

Tél. : +33 (0)3 89 69 67 68
Fax : +33 (0)3 89 69 55 27

info@fr.endress.com
www.fr.endress.com



People for Process Automation

CP505/14/fr/06.08
INDD CS2